

Аномалии теплоемкости в сегнетоэлектриках

И.В. Шнайдштейн

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, 119991 Москва, Россия
e-mail: shnaidshstein@physics.msu.ru*

Поведение сегнетоэлектрических кристаллов в широком интервале температур, включающем точку сегнетоэлектрического фазового перехода, адекватно описывается теорией фазовых переходов Л.Д. Ландау. Одной из важнейших характеристик кристалла в этой теории служит температурная зависимость аномальной теплоемкости (аномалия теплоемкости), которая в случае сегнетоэлектриков ассоциируется с разностью теплоемкостей при постоянном внешнем электрическом поле и постоянной электрической поляризации кристалла.

Первичный анализ аномалий теплоемкости позволяет определить величину скачка теплоемкости, значения её критических индексов, величину теплоты и энтропии фазового перехода. Более подробный анализ, учитывающий данные о влиянии электрического поля на сегнетоэлектрический фазовый переход, дает возможность вычислить коэффициенты термодинамического потенциала Ландау, определить род фазового перехода и величину параметра трикритичности.

Однако реализация такой программы связана с рядом трудностей, вызванных сильной нелинейностью сегнетоэлектрических кристаллов в области фазового перехода и свойствами реальных сегнетоэлектрических кристаллов, не позволяющими экспериментально наблюдать сегнетоэлектрический фазовый переход между однородными фазами.

В настоящей работе проведен сравнительный анализ аномалий теплоемкости целого ряда сегнетоэлектрических кристаллов. Обсуждается связь между феноменологической теорией фазовых переходов Л.Д. Ландау, классической термодинамикой и экспериментальной картиной поведения теплоемкости сегнетоэлектриков.

Сравнение теплоемкостей при постоянном поле и постоянной поляризации обычно основывается на результатах диэлектрических, пьезоэлектрических или электрокалорических измерений. Такое косвенное сопоставление неизбежно связано с выбором определённого вида феноменологического термодинамического потенциала кристалла, коэффициенты которого в свою очередь зависят от формы температурной зависимости аномальной части теплоемкости. Поэтому связь температурных зависимостей спонтанной поляризации и теплоемкости сегнетоэлектрического кристалла в общем случае не позволяет получить однозначное разделение последней на аномальную и фоновую части.

Эта проблема может быть решена при наличии «априорной информации» о кристалле, т.е. данных, не связанных на прямую с результатами калориметрического эксперимента. В работе обсуждаются возможные типы таких данных и методы их использования при анализе теплоемкости реальных сегнетоэлектрических кристаллов. Анализируется связь между данными, полученными в различных условиях и на разных масштабах. Отмечается достигнутый в этой области прогресс и задачи на перспективу.

Учитывая, что настоящее десятилетие является юбилейным для физики сегнетоэлектриков, в работе отражён исторический ход развития представлений и получения основных результатов, связанных с изучением поведения теплоемкости сегнетоэлектриков.